

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Институт химии

СОГЛАСОВАНО
заведующий кафедрой аналитической
химии и химической экологии
Труф Русанова Т.Ю.

"20" сентября 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
председатель НМК
Института химии
Крылат Крылатова Я.Г.

"20" сентября 2021 г.

Фонд оценочных средств
текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Специальность
30.05.01 Медицинская биохимия

Квалификация (степень) выпускника
Врач-биохимик

Форма обучения
очная

Саратов,
2021 год

1. Карта компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p>УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>1.1_Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.</p> <p>2.1_Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p>3.1_Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>4.1_Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>5.1_Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные законы и методы аналитической химии; аналитическую службу как систему; - основные принципы устройства и работы современного оборудования; - способы обработки аналитического сигнала; элементы метрологии, стандартизации и сертификации в анализе; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обоснованно выбирать соответствующий метод анализа в зависимости от поставленной задачи и возможностей лаборатории; - на современном уровне производить различные химико-аналитические операции; - с помощью компьютерных технологий производить обработку получаемых аналитических сигналов и корректно представлять результаты анализа; - пользоваться нормативно-технической документацией в области анализа; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способами оценки основных метрологических параметров методов и методик анализа.
<p>ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения</p>	<p>1.1_Б.ОПК-1. Использует фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.</p> <p>2.1_Б.ОПК-1. Применяет прикладные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные источники химической аналитической информации; - нормы техники безопасности при работе с химическими веществами и аналитическим оборудованием; - основные принципы устройства и работы

стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	<p>3.1_Б.ОПК-1. Использует фундаментальные медицинские знания для решения профессиональных задач.</p> <p>4.1_Б.ОПК-1. Применяет прикладные медицинские знания для решения профессиональных задач.</p>	<p>современного оборудования;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обоснованно выбирать способы анализа медицинских объектов в зависимости от поставленной задачи и возможностей лаборатории; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современными химическими и физико-химическими методами анализа; - приемами интерпретации полученных результатов, используя базовые понятия химического анализа; - способами оценки основных метрологических параметров методов и методик анализа;
---	---	--

2. Показатели оценивания планируемых результатов обучения

	Шкала оценивания			
	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
УК-1.	Студент не имеет понятия об основах аналитической химии, аналитических реакциях, аналитическом сигнале и способах его регистрации. Не знает классификацию методов анализа, не умеет выбрать метод анализа для решения конкретных аналитических задач.	Студент способен дать краткую характеристику отдельным методам анализа. Слабо знает теоретические основы аналитической химии.	Студент достаточно свободно ориентируется в методах аналитической химии, умеет оценить достоинства и недостатки отдельных химических методов. В состоянии выбрать метод анализа для решения конкретных аналитических задач	Студент умеет выбрать метод анализа конкретных объектов, владеет правилами пробоотбора специфических объектов, знает теоретические основы аналитической химии, умеет рассчитывать различные количественные характеристики равновесий в гомогенных и гетерогенных системах.
ОПК-1	Не владеет вопросами метрологии химического анализа. Не ориентируется в современной литературе по аналитической химии. Не владеет навыками работы на аналитическом оборудовании, не способен проводить химические расчеты с помощью известных формул и уравнений.	Слабо владеет вопросами метрологии химического анализа. Знает отдельные источники литературы по аналитической химии. Знаком с некоторым аналитическим оборудованием.	Умеет провести статистическую обработку результатов количественных определений. Знает основные источники литературы по аналитической химии. Знаком с большей частью аналитического оборудования.	Владеет оценкой метрологических характеристик полученных экспериментальных данных. Отлично ориентируется в современной литературе по аналитической химии. Владеет навыками работы на аналитическом оборудовании, способен проводить химические расчеты, выводить формулы.

Оценочные средства для текущего контроля

Лабораторные работы в рамках практических занятий

0-18 баллов. 9 работ по 2 балла максимум за работу.

При подготовке к лабораторным занятиям студент знакомится с оборудованием и методиками выполнения лабораторных работ, расчетами результатов анализа. Лабораторные работы оформляются соответствующим образом. Преподаватель оценивает качество выполненной работы, ее оформление, статистическую обработку полученных результатов.

Перечень лабораторных работ по курсу “Аналитическая химия” для студентов I курса (специальность – Медицинская биохимия)

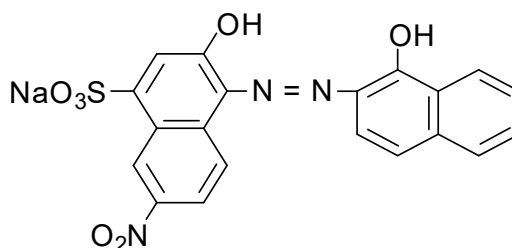
1	Лабораторная работа №1. Общие и характеристические реакции катионов и анионов. Анализ неорганического объекта (смесь твердых солей).
2	Лаб. работа №2. Приготовление стандартных растворов соды, хлороводородной кислоты и титриметрическое определение содержания NaOH в водном растворе.
3	Лаб. работа № 3. Комплексометрическое определение жесткости воды.
4	Лаб. работа №4. Иодометрическое определение меди (II).
5	Лаб. работа №5. Фотометрическое определение салициловой кислоты.
6	Лаб работа №6. Пламенно-фотометрическое определение натрия (калия) в природной (питьевой) воде.
7	Лаб работа №7. Определение алифатических спиртов в их смеси методом газожидкостной хроматографии.
8	Лаб работа №8. Люминесцентное определение антибиотиков в фармпрепаратах.
9	Лаб работа №9. Определение витаминов методом ВЭЖХ.

Пример лабораторной работы:

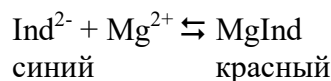
Лабораторная работа № 3

Комплексометрическое определение жесткости воды

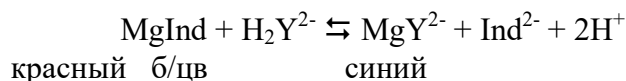
Жесткость природной воды обусловлена растворенными в ней солями кальция и магния. Жесткость воды количественно выражают числом миллимоль-эквивалентов кальция и магния в 1 л. Таким образом, определение общей жесткости воды сводится к нахождению суммарного содержания солей кальция и магния. В качестве индикатора используют эриохром черный Т:



Ионы Mg^{2+} (Ca^{2+}) в интервале рН 8 - 10 образуют с металлоиндикатором комплекс, окрашенный в малиново-красный цвет. Если схематично обозначить свободный индикатор Ind^{2-} , то реакцию взаимодействия эриохрома черного Т, например с ионами Mg^{2+} можно представить уравнением:



Основная доля ионов магния (или кальция) будет оставаться в свободном состоянии, т. к. концентрация индикатора очень мала, порядка 10^{-5} М. При титровании комплексом III свободные ионы магния будут связываться в комплекс MgY^{2-} . Когда все свободные ионы магния будут израсходованы, комплексон III вытеснит индикатор из соединения $MeInd$, раствор изменит малиновую окраску на синюю:



Реагенты:

- комплексон III, 0,01 н. раствор. Готовят из фиксанала растворением препарата в соответствующем объеме воды;
- аммиачный буферный раствор, рН 8 – 10;
- эриохром черный Т (сухой препарат);
- исследуемые растворы - вода различной жесткости.

Выполнение определения. В коническую колбу отбирают пипеткой 20,00 (25,00) мл исследуемой воды, добавляют 10 мл буферного раствора, 2 - 3 капли индикатора и титруют раствором комплексона III до изменения малиновой окраски раствора на синюю. Расхождение между результатами трех – четырех параллельных проб не должно превышать 0,05 - 0,1 мл.

Расчет:

$$Ж = \frac{N(H_2Y^{2-}) \cdot V(H_2Y^{2-}) \cdot 1000}{V(H_2O)} \text{ (ммоль/л), где:}$$

Ж - жесткость воды, ммоль/л;
 $V(H_2Y^{2-})$ и $N(H_2Y^{2-})$ - соответственно объем (мл) и нормальность (моль/л) раствора комплексона III;
 $V(H_2O)$ - объем воды, взятой для титрования, мл.
 Проводят статистическую обработку полученных результатов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости – выставление оценок «удовл.», «хорошо», «отлично» за отдельные виды занятий (рейтинговая система).

Критерии оценивания. Практические занятия

0-18 (всего 9 л.р. по 2 балла за каждую), оценивается самостоятельность при выполнении работ грамотность в оформлении лабораторной работы, правильность выполнения химических операций, статистическая обработка результатов определений).

2 балла – лабораторная работа выполнена, представлены уравнения реакций, оформлена, проведена статистическая обработка результатов определения.

1 балл – работа выполнена, оформлена, но не представлены уравнения реакции или результаты статистически не обработаны.

0 баллов – работа не выполнена.

Лекции

0-18 баллов (оценивается посещаемость и работа на лекции, 2 балла за лекцию)

Примерные тесты №1, 2, 3.

Тест №1

1. Наибольшее значение рН будет иметь водный раствор...

- | | |
|---|--------------------------|
| 1- LiOH | $K_b=6,8 \cdot 10^{-1}$ |
| 2- AgOH | $K_b=5,0 \cdot 10^{-3}$ |
| 3- CH_3NH_2 (метиламин) | $K_b=5,25 \cdot 10^{-3}$ |
| 4- $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (мочевина) | $K_b=4,2 \cdot 10^{-10}$ |
| 5- $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ (анилин) | $K_b=1,5 \cdot 10^{-14}$ |

2. Обнаружение ионов аммония в водном растворе производится:

- 1-разбавленной серной кислотой
- 2-концентрированной серной кислотой
- 3- реактивом Несслера
- 4-пероксидом водорода
- 5-спиртовым раствором йода

3. Обнаружению ионов Ba^{2+} с использованием реактива K_2CrO_4 мешают катионы:

- 1-серебра
- 2-магния
- 3-кадмия
- 4-аммония
- 5-ртути
- 6-натрия

4. Обнаружение ионов стронция в растворе в присутствии ионов кальция производится ...

- 1-концентрированным раствором хлорида натрия
- 2-серной кислотой
- 3-концентрированным раствором сульфата аммония
- 4-пероксидом водорода
- 5-сульфидом калия

5. Обнаружение ионов меди в водном растворе осуществляется ...

- 1-карбонатом натрия
- 2-концентрированной серной кислотой
- 3-аммиаком
- 4-пероксидом водорода
- 5-бихроматом калия

6. Карбонат-ионы в водном растворе можно обнаружить при помощи ...
- 1-нитрата аммония
 - 2-хлорной воды
 - 3-сульфида калия
 - 4-известковой воды
 - 5-аммиачной воды

Тест №2

1. Максимальное координационное число центрального атома определяется:

1. природой металла;
2. природой лиганда;
3. строением органического реагента;
4. строением комплексного соединения.

2. Ca^{2+} титруют раствором комплексона III в среде:

1. щелочной;
2. нейтральной;
3. кислой;
4. вообще нельзя титровать.

3. Фактор эквивалентности в комплексонометрическом титровании многозарядных ионов равен:

1. 1;
2. 1/2;
3. 1/4;
4. 1/3;
5. 2.

4. Комплексон III – это:

1. этилендиаминтетрауксусная кислота;
2. кальциевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты;
3. нитрилуксусная кислота;
4. натриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты;

5. Кривую комплексонометрического титрования строят в координатах:

1. $pM_e - pH$;
2. $pM_e - V_{ЭДТА(мл)}$;
3. $lg\beta - pH$;
4. $lg\beta - pM_e$.

Тест №2

1. Как изменяется окислительно-восстановительный потенциал в растворе, содержащем KMnO_4 и MnSO_4 при увеличении концентрации KMnO_4 ?

- 1) не изменится
- 2) увеличится
- 3) уменьшится

2. Пользуясь таблицей окислительно-восстановительных потенциалов,

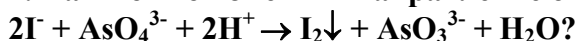
предложите реагенты для окисления Γ до I_2 ($E_{\text{I}_2/2\text{I}^-}^0 = +0,54\text{В}$):

- 1) нитрит натрия ($E_{NO_2^- / NH_3}^0 = +0,79B$)
- 2) сульфат меди ($E_{Cu^{2+} / CuI}^0 = +0,86B$)
- 3) серная кислота ($E_{SO_4^{2-} / SO_3^{2-}}^0 = +0,17B$)

3. Почему при добавлении KCN к раствору, содержащему ионы Fe^{2+} и Fe^{3+} , окислительно-восстановительный потенциал уменьшается?

- 1) увеличивается концентрация Fe^{2+}
- 2) протекает конкурирующая реакция
- 3) уменьшается концентрация Fe^{3+}

4. Как можно изменить направление окислительно-восстановительной реакции



- 1) повысить кислотность
- 2) повысить концентрацию I^- и AsO_4^{3-}
- 3) добавить гидрокарбонат натрия

5. Как зависит величина скачка титрования в методах окисления-восстановления от концентрации исходных веществ?

- 1) возрастает с увеличением концентрации окислителя
- 2) не зависит, если стехиометрические коэффициенты равны
- 3) возрастает с увеличением концентрации реагирующих веществ, если стехиометрические коэффициенты не равны

6. $E^0 MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} = 1,51B$. Восстановить MnO_4^- в кислой среде может:

- 1) $KBrO_3$; $E^0 2BrO_3^- / Br_2 = 1,52B$;
- 2) $Na_2C_2O_4$; $E^0 2CO_2 / C_2O_4^{2-} = 0,49B$;
- 3) H_2O_2 ; $E^0 H_2O_2 + 2H^+ / 2H_2O = 1,77B$;
- 4) $Na_2S_4O_8$; $E^0 S_2O_8^{2-} / 2SO_4^{2-} = 2,00B$;
- 5) F_2 ; $E^0 F_2^- / 2F^- = 2,87B$.

Критерии оценивания

Тестирование от 0 до 12 баллов (3 теста по 4 балла каждый)

4 балла – 100% задания выполнено правильно

3 балла – 80% задания выполнено с незначительными ошибками

2 балла – 60% задания выполнено с ошибками

1 балл – 40% задания выполнено частично

0 баллов – не выполнено

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Классификация методов химического анализа. Основные характеристики методов.
2. Аналитический сигнал. Способы определения концентрации вещества.
3. Количественные характеристики точности (правильности и прецизионности) химического анализа.
4. Систематические и случайные погрешности химического анализа.
5. Представительная проба. Размер и способы отбора проб твердых, жидких и газообразных объектов.
6. Подготовка пробы к анализу (растворение, таблетирование,

- обеззоливание, разделение, концентрирование).
7. Идеальные и реальные системы. Активность, общая и равновесные концентрации. Уравнение материального баланса.
 8. Основные положения кислотно-основной теории Бренстеда-Лоури.
 9. Сильные и слабые кислоты и основания. Буферные растворы и их свойства.
 10. Титрование кислот и оснований, титрование смесей кислот и оснований.
 11. Количественные характеристики комплексных соединений. Применение комплексов в химическом анализе.
 12. Органические реагенты. Применение в химическом анализе.
 13. Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительный потенциал, факторы, влияющие на его величину.
 14. Окислительно - восстановительное титрование. Примеры практического применения.
 15. Кинетические методы анализа, их метрологические характеристики.
 16. Сущность титриметрического метода анализа. Требования к реакциям в титриметрии. Растворы первичных и вторичных стандартов.
 17. Кривые титрования, принцип построения. Кривые титрования в различных методах анализа. Индикаторы.
 18. Равновесие в системе «осадок – раствор». Факторы, влияющие на растворимость осадков.
 19. Различия в условия осаждения кристаллических и аморфных осадков.
 20. Виды загрязнений осадков (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение) и способы устранения загрязнений.
 21. Разделение и концентрирование в химическом анализе. Общая характеристика.
 22. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Основные теоретические положения.
 23. Сущность хроматографического метода анализа. Виды хроматографии.
 24. Вольтамперометрия. Сущность метода и его разновидности.
 25. Потенциометрия. Сущность метода и его разновидности
 26. Кулонометрия. Сущность метода и его разновидности.
 27. Виды спектров, используемых в спектроскопических методах химического анализа.
 28. Закон Ламберта-Бугера-Бера, его использование в спектроскопических методах анализа.
 29. Источники атомизации и возбуждения в атомно-эмиссионных спектроскопических методах химического анализа.
 30. Люминесцентный анализ. Флуоресценция и фосфоресценция. Характеристики метода и области применения.
 31. Анализ *in vivo* и *in vitro*.
 32. Схема химического сенсора.
 33. Биомолекулы в сенсорах.
 34. Иммухимические методы анализа.
 35. Метки для визуализации при анализе медицинских объектов.

36.Иммунохроматографические тесты.

37.Биомеркеры заболеваний.

Оценка ответа

0-40 баллов

Промежуточная аттестация проводится в виде устного экзамена:

ответ на «отлично» оценивается от 34 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 25 до 33 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 15 до 24 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 15 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 2 семестр по дисциплине «Аналитическая химия» составляет 100 баллов.

Автор д.х.н., профессор кафедры аналитической химии и химической экологии Доронин С.Ю.

ФОС одобрен на заседании кафедры аналитической химии и химической экологии 20 сентября 2021 г., протокол № 2.